

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1997/98

September 1997

ZCT 405/3 - Fizik Atom dan Fizik Nukleus

Masa: [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua ENAM soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Dengan menggunakan rumus paras tenaga Bohr dan kaedah peralihan Bohr, maka terbitkan ungkapan frekuensi peralihan sinaran bagi atom hidrogen dan berikan takrifan makna masing-masing lambang yang terbabit.

(25/100)

- (b) Secara empirikal, frekuensi sinaran yang teramati dari suatu atom bukanlah frekuensi tunggal melainkan merupakan suatu siri himpunan frekuensi peralihan. Atas dasar ini dan dengan bantuan ungkapan pada (a), maka terbitkan ungkapan siri frekuensi yang bersangkutan dengan nombor-nombor kuantum utama $n > 1$, $n > 2$ dan $n > 3$.

(25/100)

- (c) Tindak-balas spin-orbit elektron pada atom akan membangkitkan suatu tenaga keupayaan yang disebut tenaga keupayaan Thomas yang dibeirakan oleh

$$\frac{1}{2m_e} \frac{1}{c^2} \frac{1}{r} \frac{dV}{dr} \left(\vec{S} \cdot \vec{L} \right),$$

di mana \vec{S} dan \vec{L} masing-masing menyatakan sebagai momentum sudut spin dan momentum sudut orbit, sedangkan

$V = -\frac{e^2}{r}$ untuk atom hidrogen dan m_e sebagai jisim elektron.

.../2-

- 2 -

Dengan bantuan ungkapan jejari Bohr, maka terbitkan ungkapan terkuantumkan tenaga keupayaan Thomas. Bincangkan sifat-sifat tenaga keupayaan terkuantumkan ini dibandingkan dengan rumus paras tenaga Bohr bagi atom hidrogen.

(50/100)

2. (a) Terbitkan ungkapan rekahan (pecahan) paras tenaga bagi atom hidrogen menurut kesan Zeeman normal. (30/100)
 - (b) Soalan serupa dengan kes (a), tetapi bagi kesan Zeeman janggal. (35/100)
 - (c) Berikan kiraan terinci tiap faktor rekahan paras tenaga bagi kes dengan nombor kuantum utama $n = 3$ bagi kesan Zeeman normal dan kesan Zeeman janggal. Lakarkan rajah garis-garis yang bersangkutan dengan kedua-dua kesan. (35/100)
3. Dengan bantuan ungkapan statistik Boltzman, kaedah peralihan Bohr dan ungkapan intensiti sinaran Planck dalam selang halaju sudut ω dan $\omega + d\omega$:
 - (a) Tentukan kaitan satu sama lain bagi pekali-pekali Einstein A_{mn} , B_{mn} dan B_{nm} . (35/100)
 - (b) Berikan makna fizikal bagi A_{mn} , $I_\omega B_{mn}$ dan $I_\omega B_{nm}$; di mana I_ω menyatakan intensiti sinaran per unit halaju sudut. (25/100)
 - (c) Bagi kes peralihan dwikutub elektrik pada suatu atom, bagaimana kaitan kesebandingan antara A_{mn} dan dwikutub elektrik $\vec{d}_{mn} = e \vec{r}_{mn}$. Tuliskan ungkapan terinci bagi \vec{r}_{mn} dan makna lambang-lambang yang terbabit. Berikan huraian ringkas mengenai syarat peralihan dwikutub elektrik. (40/100)

.../3-

- 3 -

4. (a) Terangkan maksud fizikal setiap sebutan dalam persamaan semi-empirik berikut bagi tenaga pengikat suatu nuklid dengan nombor jisim A dan nombor cas Z.

$$B = 15.6A - 17.3A^{2/3} - 24(A-2Z)^2A^{-1} - 0.7Z^2A^{-1/3} + 33.5A^{-3/4}\delta \text{ (A genap)}$$

dengan B dalam unit MeV dan $\delta = +1$ bagi Z genap dan -1 bagi Z ganjil.

(50/100)

- (b) Tunjukkan bagaimana persamaan ini dapat diguna bagi menerangkan beberapa ciri terpenting bagi sistematik reputan nuklear β .

(30/100)

- (c) Tentukan daripada persamaan ini nombor cas bagi nuklid yang paling stabil dengan nombor jisim 200.

(20/100)

5. (a) Perihalkan teori sawar keupayaan mudah bagi reputan zarah α yang menunjukkan dengan jelas kewujudan kebersandaran yang kuat antara kadar reputan λ dengan tenaga zarah α dalam bentuk

$$\ln \lambda = A - BE^{-1/2}$$

dengan A dan B ialah pemalar-pemalar.

(50/100)

- (b) Pemancar-pemancar zarah α $^{224}_{90}\text{Th}$ dan $^{216}_{86}\text{Rn}$ masing-masing mempunyai setengah hayat 1s dan 45 μ s. Daripada data-data yang diberikan di bawah, hitungkan tenaga-tenaga maksimum zarah α daripada pemancar-pemancar tersebut dan daripada nuklid pertengahan $^{220}_{88}\text{Ra}$. Daripada keputusan-keputusan anda dan perhubungan kadar reputan-tenaga yang dicadangkan di atas, tentukan satu nilai bagi setengah hayat $^{220}_{88}\text{Ra}$.

.../4-

- 4 -

$$\left[\begin{array}{l} \text{Lebih jisim (M - A) bagi } {}^{224}_{90}\text{Th} = +2.149 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^{220}_{88}\text{Ra} = +1.104 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^{216}_{86}\text{Rn} = +0.027 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^{212}_{84}\text{Po} = -1.114 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^4_2\text{He} = +0.260 \times 10^{-2} \text{u} \\ 1 \text{u} = 931 \text{MeV} \end{array} \right]$$

(50/100)

6. (a) Terangkan dengan jelas, dalam konteks tindak balas nuklear, maksud sebutan-sebutan 'nilai Q', 'keratan rentas', 'resonans', dan 'nukleus majmuk'.

(60/100)

- (b) Tindak balas ${}^{11}_5\text{B}(\alpha, n){}^{14}_7\text{N}$ mempunyai satu resonans pada tenaga zarah α bernilai 9.98 MeV. Pada tenaga deuteron berapakah dijangkakan satu resonans berlaku bagi tindak balas ${}^{13}_6\text{C}(d, p){}^{14}_6\text{C}$?

$$\left[\begin{array}{l} \text{Lebih jisim (M - A) bagi } {}^2_1\text{H} = +1.41 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^4_2\text{He} = +0.26 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^{11}_5\text{B} = +0.93 \times 10^{-2} \text{u} \\ {}^{13}_6\text{C} = +0.34 \times 10^{-2} \text{u} \\ 1 \text{u} = 931 \text{MeV} \end{array} \right]$$

(40/100)

- ooo0ooo -